

# 顶循脱氯系统在催化裂化装置的应用

高志成, 杨永纳

(兰州石化公司炼油运行二部, 甘肃 兰州 730000)

**摘要:**针对催化裂化分馏塔易结盐这一长周期运行顽疾, 分析结盐腐蚀成因及机理, 与科研单位合作研究开发分馏塔脱氯工艺技术路线, 为装置增上顶循脱氯新技术, 氯盐脱除率达到 80% 以上, 新技术的成功应用改变了分馏塔水洗、油洗等常规的在线处理方式, 实现了对分馏塔顶部结盐、腐蚀的有效控制。

**关键词:**顶循; 结盐; 腐蚀; 脱氯; 水洗; 氯化铵; 聚结分离

**中图分类号:** TE6

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-7344(2021)36-0120-02

重油催化裂化装置受原料性质和操作条件等影响, 分馏塔顶部及顶循系统经常出现结盐、腐蚀现象, 导致塔压降大幅上升, 顶循抽出量下降, 产品质量无法有效控制, 被迫频繁洗塔和检修顶循系统冷换设备。随着原料的劣质化, 分馏塔结盐、腐蚀问题逐渐成为长周期运行的瓶颈, 而且塔盘结盐后分离效率下降, 汽油和柴油馏程重叠度增加, 造成装置能耗上升和经济效益下降, 甚至对下游装置运行也造成严重影响。为消除结盐, 被迫频繁进行水洗, 但水洗副作用较大, 且腐蚀部位泄漏风险进一步加大。因此, 若能将顶循系统的盐塔外在线有效脱除, 将可彻底解决分馏塔塔盘结盐问题。

## 1 分馏塔结盐机理

反应进料中的有机氮化物发生分解反应生成氨, 原料中的有机氯和无机氯可发生分解反应生成 HCl, NaCl 等, 遇水发生水解反应生成 HCl。NH<sub>3</sub> 和 HCl 则生成 NH<sub>4</sub>Cl, NH<sub>4</sub>Cl 的分解温度为 337.8℃, 只要低于这个温度就有 NH<sub>4</sub>Cl 存在。由于分馏塔塔顶返塔温度约 85℃, 低于水蒸气的露点温度, 塔顶循环回流在下流的过程中液相水会迅速溶解气相中的 NH<sub>4</sub>Cl 颗粒而成为 NH<sub>4</sub>Cl 水溶液, 氯化铵溶液与上升的气流逆向接触, 随着温度升高, NH<sub>4</sub>Cl 水溶液失水浓缩成为一种粘性很强的半流体, 与铁锈、催化剂粉末一起沉积附着在塔板及降液管处, 堵塞降液管, 使回流减少或中断。

## 2 分馏塔结盐的一般处理方式

目前, 针对结盐, 各炼厂一般是采用水洗处理的方法, 通过水溶液将铵盐带出分馏塔。由于在线水洗不停工、影响范围小等特点备受青睐, 但水洗也带来以下副作用:

### 2.1 中段机泵抽空

水洗过程中, 分馏塔内形成的水会逐步下移发生油水混合现象, 如果柴油抽出温度控制不好, 会导致明水流入分馏塔的中下

部, 造成分馏一中、回炼油机泵抽空。

### 2.2 两器压力平衡被破坏

水洗水进入分馏塔后迅速汽化, 控制不当会导致分馏塔压力迅速升高, 直接导致反应压力升高, 两器压力平衡被破坏, 催化剂不能正常循环流化。注水前各岗位需紧密配合, 同时要根据压力变化调整气压机转速和反非动量, 操作难度较大。

### 2.3 设备管线的腐蚀减薄泄露

因水洗为间歇性作业, 如水洗时间过长或低点进排水不及时结束后, 就会导致含盐污水留存在死区, 对设备管线造成腐蚀。

### 2.4 分馏塔冲塔

在开始注水和水洗结束时, 如水量和分馏塔各部温度控制不当, 则会发生冲塔事故。

### 2.5 质量事故

在水洗过程中如出现温度大幅波动, 液相水会急剧汽化, 造成重组分携带到塔顶, 使汽油质量超标干点不合格, 水洗下来的铵盐、焦粉以及催化剂粉末会使柴油色度变差。

因此, 装置与科研单位合作研究开发分馏塔脱氯研究工艺技术路线, 共同完成了催化装置分馏塔脱氯研究工业试验。

## 3 顶循脱系统的原理及流程

顶循脱氯系统主要是利用氯化铵在油水两相中的溶解度差异, 将油中的 Cl<sup>-</sup> 和 CN<sup>-</sup> 抽提到水相中, 再经过油水聚结分离罐实现分离, 从而达到脱除 Cl<sup>-</sup> 和 CN<sup>-</sup> 的目的, 经过水洗脱盐净化后的循环油返回原顶循油返塔管线。

经水洗后的顶循油夹带水量小于 0.2%, 含盐水带油不超过 200ppm, 水洗后顶循油中氯离子脱除率大于 80%; 整个顶循脱氯系统压降 ≤ 0.2MPa; 水洗水流量设计 3~7.5t/h, 正常控制范围为油相流量的 3~5%, 实际运行中可以根据结盐情况增大水洗量。

表 1 项目投用后操作及分析数据

| 项目     | 操作参数              |       |      |       | 脱前顶循油              |        | 脱后顶循油              |        | 含盐污水    |                    | 顶循油氯离子<br>脱除率 |
|--------|-------------------|-------|------|-------|--------------------|--------|--------------------|--------|---------|--------------------|---------------|
|        | 顶循油量              |       | 水洗水量 | 停留时间  | Cl <sup>-</sup> 含量 | 水含量    | Cl <sup>-</sup> 含量 | 水含量    | 油含量     | Cl <sup>-</sup> 含量 |               |
| 单位     | m <sup>3</sup> /h | t/h   | t/h  | min   | mg/L               | mg/kg  | mg/L               | mg/kg  | mg/L    | mg/L               | %             |
| 指标     |                   |       |      |       |                    |        |                    | ≤100   | ≤100    |                    | ≥80           |
| 11月4日  | 120               | 89    | 7.5  | 53    | 45.77              | 256    | 2.16               | 233    | 366     | 10.65              | 95.28         |
| 11月5日  | 120               | 89    | 7.5  | 53    | 28.64              | 284    | 4.32               | 516    | 2133    | 21.45              | 84.92         |
| 11月6日  | 120               | 89    | 7.5  | 53    | 44.33              | 340    | 2.88               | 519    | >3500   | 28.5               | 93.50         |
| 11月7日  | 120               | 89    | 7.5  | 53    | 14.25              | 1503   | 3.06               | 294    | 2667    | 40.01              | 78.53         |
| 11月8日  | 120               | 89    | 7.5  | 53    | 32.82              | 287    | 7.05               | 417    | 2214    | 8.49               | 78.52         |
| 11月9日  | 120               | 89    | 5    | 54.24 | 15.69              | 388    | 8.49               | 832    |         | 8.49               | 78.89         |
| 11月10日 | 120               | 89    | 5    | 54.24 | 34.26              | 375    | 7.05               | 821    |         | 2.88               | 79.42         |
| 11月11日 | 80                | 59    | 5    | 79.76 | 11.51              | 356    | 2.16               | 638    | 3045    | 38.72              | 81.23         |
| 11月12日 | 80                | 59    | 5    | 79.76 | 33.68              | 412    | 4.32               | 716    | 3500    | 97.73              | 87.17         |
| 11月13日 | 80                | 59    | 5    | 79.76 | 68.94              | 553    | 2.16               | 657    | 1875    | 34.4               | 96.87         |
| 11月14日 | 80                | 59    | 5    | 79.76 | 76.14              | 533    | 8.64               | 884    | 3500    | 27.2               | 88.65         |
| 最小值    | 80                | 59    | 52   | 53    | 11.51              | 49.1   | 2.16               | 233    | 366     | 97.73              | 78.52         |
| 最大值    | 120               | 89    | 7.5  | 79.76 | 76.14              | 3236   | 8.64               | 884    | >3500   | 408.04             | 96.87         |
| 平均值    | 105.45            | 78.09 | 6.14 | 62.96 | 36.91              | 482.45 | 6.17               | 593.36 | 2533.33 | 28.96              | 85.75         |

表 2 项目投用前后缓蚀剂加注量

| 项目投用前    |             |             |         | 项目投用后    |             |             |         |
|----------|-------------|-------------|---------|----------|-------------|-------------|---------|
| 项目       | 油溶性缓蚀剂加注量/t | 水溶性缓蚀剂加注量/t | 装置加工量/t | 项目       | 油溶性缓蚀剂加注量/t | 水溶性缓蚀剂加注量/t | 装置加工量/t |
| 2020年7月  | 1.8         | 2.75        | 259390  | 2020年11月 | 1.692       | 2.50        | 292555  |
| 2020年8月  | 1.7         | 2.50        | 261509  | 2020年12月 | 1.4         | 2.67        | 307531  |
| 2020年9月  | 1.58        | 2.25        | 262306  | 2021年1月  | 0.8         | 2.75        | 297450  |
| 2020年10月 | 1.453       | 2.58        | 305281  | 2021年2月  | 0           | 2.17        | 275266  |
| 合计/t     | 6.533       | 10.08       | 1088486 | 合计/t     | 3.892       | 10.09       | 1172802 |
| 单耗 kg/t  | 0.0060      | 0.0093      |         | 单耗 kg/t  | 0.0033      | 0.0086      |         |

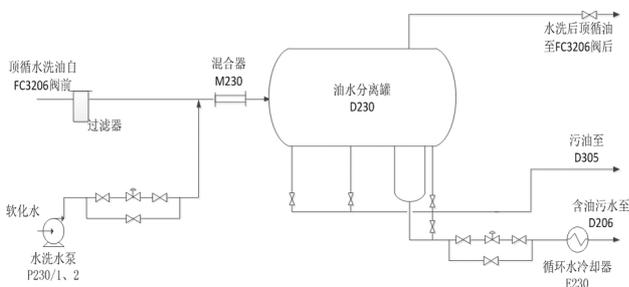


图 1 顶循脱氯系统原则流程

## 4 顶循脱氯系统投用前后参数对比

### 4.1 顶循脱氯系统投用后数据分析

(1)从表 1 可以看出,经过顶循脱氯系统后顶循油中 Cl<sup>-</sup>含量大幅度下降,顶循脱氯系统脱氯效果较好。

(2)按照(脱氯前顶循油 Cl<sup>-</sup>含量-脱氯后顶循油 Cl<sup>-</sup>含量)/脱氯前顶循油 Cl<sup>-</sup>含量的方法进行计算,Cl<sup>-</sup>脱除率平均值 85.75%,达到技术协议中 Cl<sup>-</sup>脱除率不小于 80%的要求。

(3)从表 1 可以看出,脱氯后顶循油中水含量平均值为 654.52mg/kg;含盐污水中油含量平均值为 1670.38mg/L;含盐污水中油含量及脱氯后顶循油中水含量较高,未能达到技术协议中脱氯后顶循油中水含量 100mg/kg 及含盐污水中油含量不大于 100mg/L 的要求。

### 4.2 顶循脱氯系统项目投用后效果

在顶循脱氯项目投用前,分馏塔上部压降两个月时间内由 5kPa 上升至 12kPa;顶循脱氯项目投用后,系统运行稳定,2020 年 11 月一次年 2 月,分馏塔上部压降由 4kPa 上升至 8kPa;分馏塔上部压降上升速度明显下降,结盐情况得到较大缓解,顶循脱氯系统运行效果良好。

### 4.3 投用前后缓蚀剂加注使用情况

从表 2 可以看出,在顶循脱氯项目投用后,油溶性缓蚀剂单耗较投用前下降 0.0027kg/t,幅度达到 44.71%。水溶性缓蚀剂单耗较投用前下降 0.0007kg/t,幅度达到 7.19%。

通过以上对比可得出顶循脱氯项目投用后,在顶循系统防腐监测数据合格的前提下,缓蚀剂用量下降,说明顶循脱氯系统氯离子脱除效果显著,对于缓解顶循系统的腐蚀有明显效果。

收稿日期:2021-08-12

作者简介:高志成(1986—),男,汉族,甘肃庆阳人,本科,助理工程师,从事炼油工艺技术管理工作。

杨永纳(1984—),男,汉族,甘肃兰州人,大专,高级技师,从事炼油工艺技术管理工作。